二语具身效应及其影响因素：基于元分析的证据*

李莹[1,2] 翟一惠[1] 郝守彬[1] 戴雅杏[1] 马晓博[1] 李甜甜[1] 王悦[1]
([1]郑州大学教育学院，郑州 450000)
([2]河南省成像与智能重点实验室，郑州 450000)

摘要 二语具身效应近年来在二语习得领域越来越受到重视。以往研究围绕这一问题展开了广泛探讨，但并未形成一致结论。为进一步明确二语具身效应的加工和影响机制，本研究整合二语具身学习的相关研究，并从学习者特征和语言特征两个维度探究二语具身效应的影响因素，最终对60篇文献(186个效应量，2520个被试)采用随机效应模型进行元分析。结果发现：二语学习和加工中存在具身效应，总效应量显著(Hedges'$g = 0.34$, $p < 0.001$)；二语熟练度和语言距离对二语具身效应具有调节作用，且二语熟练度和语义内容对二语具身效应的影响存在交互作用。基于当前研究发现，未来研究可进一步探究二语具身效应的作用机制，以及学习者因素和语言因素对二语具身效应的交互影响。

关键词 二语学习，具身认知，元分析，学习者因素，语言因素

1 引言

第二代认知科学背景下的具身认知观提出，身体作为物质基础使得人类能够认识和体验世界，而语言正是在人类对外部世界的体验过程中形成的(Lakoff & Johnson, 1980; 王寅, 2005)。因此，语言的获得离不开身体、环境的交互作用(Zwaan, 2004; 官群, 2007)。以具身认知观为理论基础的具身语言学进一步提出，语言加工并非完全基于抽象符号的认知活动，而是根植于感知运动系统(官群, 2019)。目前，语言具身效应在母语领域已得到广泛证实。研究发现，涉及身体部位或动作操作的语言理解会引发感觉运动皮层的激活(Boulenger et al., 2006; Goldberg et al., 2006; Hauk et al., 2004; Oliveri et al., 2004)，运动皮层的异常会导致动作语义理解困难(Fischer & Zwaan, 2008; Gallese, 2007; Gibbs, 2006)。更重要的是，抽象语义的理解也需基于直接的身体感知经验如空间、颜色等(Ahlberg et al., 2018; 沈曼琼 等, 2014; Dudschig et al., 2014a)，并且伴随感觉运动皮层的激活(Moseley, 2011; Boulenger, 2009)。

尽管母语领域的研究为语言具身观提供了有力证据支持，但身体经验是否以及如何参与到第二语言中尚未达成统一观点。有研究发现，二语动词理解伴随运动区的激活，涉及感觉运动经验的语境也能够促进二语动作语义的理解(Feng & Zhou, 2021; Xue et al., 2015)。同时，

收稿日期：2024-07-01
* 教育部人文社会科学规划基金项目 (23YJA190005)，河南省哲学社会科学规划项目(2023BYY017)，河南省教育科学规划重点课题项目(2025JKZD04)，河南省高等教育教学改革研究与实践项目（研究生教育）(2023SJGLX132Y)，河南省成像与智能重点实验室开放课题(HKLIIP2023-A04)。
通信作者：王悦，E-mail: yuezi68@126.com

情绪、道德等抽象语义加工也表现出与母语相似的具身效应(沈曼琼 等, 2014; Wang, 2016)。然而另有研究认为，由于人们在加工二语时已建立了母语的概念系统，因此既可以借助现有的概念系统，也可以依赖身体经验，此时具身体验成为了可选项(鹿士义, 彭聪, 2021)。并且，不同于母语习得过程与身体经验有着密切的联系，二语往往是在非自然环境下习得，语言符号与其所描述的客体或动作缺乏直接的感知联系，因而二语习得缺乏具身性(白亚停, 何文广, 2021)。研究发现，动作方位对语义理解的促进作用在母语比在二语中更明显(王倩, 2016)。与母语相比，阅读二语动作语义时感觉运动区激活潜伏期更长，并且没有出现运动皮层电极间的连接增强(Birba et al., 2020)。此外，二语情绪词引发的自主神经系统活动反应更弱，甚至在消极语义中没有出现相应的肌肉活动(Foroni, 2015; Sheikh & Titone, 2015)。

当前研究认为，导致二语具身效应研究结论的不一致，一方面由于不同研究中所采用的任务范式和考察角度存在差异。部分研究采用了真假词判断、词汇识别、语音产出等较少涉及语义分析的浅加工任务(Jeong et al., 2015; Repetto et al., 2017; Baills et al., 2022)；而另一些研究则采用 Stroop、词汇效价判断、词汇翻译等语义深加工任务(Zhao et al., 2019; Ferré et al., 2015; Guan & Meng, 2022)。并且，研究大多单独考察某一语义加工内容如动作语义或情感概念表征中是否存在二语具身效应，缺乏对跨概念领域的综合对比。另一方面，更重要的是，不同研究对于二语具身效应的操作性概念及其测量并没有统一标准。例如，一些研究将二语具身效应定义为二语加工中是否能够激活相应的感觉运动区域(Tian et al., 2019; Vukovic & Shtyrov, 2014)；而其他研究则指出这一激活难以排除是否为母语的体验痕迹，应比较母语和二语具身效应是否存在程度差异(Baumeister et al, 2017; 奚梦澜, 2019)。

鉴于现有二语具身研究存在任务范式、考察角度、概念操作及其测量上的诸多不一致，当前研究试图归纳二语具身效应的表现形式和影响因素，并在此基础上采用元分析方法对各个独立研究结果进行分类、整合和评估，从而明确身体感知经验与第二语言学习的因果关系。厘清这一问题是检验具身语言观是否具有跨文化普适性的重要内容，为二语学习领域提供新视角，同时能够为二语具身教学实践提供可行路径。

1.1 二语具身效应的表现形式

以往研究中二语具身效应的表现形式并不单一，既会反映在二语加工，也会反映在二语习得中，而这两方面的表现也有着一定的区别与联系。二语加工中的具身效应主要表现为感知动作与当前语义内容的一致性是否会影响语言理解，亦或语言理解是否会激活感觉运动经验。与此不同的是，二语习得中的具身效应主要表现在感知动作经验是否参与到二语学习过

程中，并对二语学习效果产生影响。

在二语加工的相关研究中，研究假设，倘使身体经验是二语表征的必要组成部分，那么当语义内容涉及相关身体经验时，与语义内容一致的感知动作能够促进二语理解，而两者的不一致则会阻碍二语理解。例如，Dudschig 等(2014a, 2014b)采用垂直空间-颜色 Stroop 任务，让被试对隐含空间位置信息或包含不同情绪效价的二语词汇进行颜色判断。结果发现，当词汇隐含空间位置或效价与被试的反应方向一致时，被试的反应快于不一致。此外，De Grauwe 等(2014)采用 fMRI 技术发现，相比于非动作动词和假词，加工动作动词时感觉运动皮层的激活更为显著。

二语学习具身效应的理论假设是，感知运动系统作为词汇表征和概念表征联系的“桥梁”，在二语学习过程中增强感知运动系统的激活，能够促进学习效果。此类研究通常设置具身学习组和离身学习组，并将各组在测试阶段的成绩差值作为二语具身效应的衡量指标。例如，Fuhrman 等(2020)采用学习—再认范式，比较被试在相关动作、无关动作和被动观看条件下的二语新词学习效果。结果发现，参与相关动作学习组被试的正确率显著高于被动观看和无关动作组。另有研究发现，加入手势能够促进二语新词的学习和记忆(Macedonia et al., 2011)，手势学习比传统视听学习在词汇学习的数量和时间上发挥着更积极的作用(Macedonia & Klimesch, 2014)。

尽管二语加工和二语学习具身研究的侧重点不同，但本质上均是考察身体经验对二语理解和概念表征的影响。二语加工中的具身效应一定程度上回答了身体经验的作用机制，但对该效应的产生机制尚有争议，尤其是无法避免二语具身效应是否是以母语激活为中介(Vukovic & Williams, 2014; Ahlberg et al., 2018; Baumeister et al., 2017)。而二语学习的具身效应则从习得角度验证感知运动经验对建立二语词汇和概念表征间联结的作用，两者能够有效地互为补充。但是，由于现有研究普遍仅关注其中一个维度，两个维度的研究结论并未形成实质的融合。例如，有元分析工作单独对具身学习进行了系统综述，并表明具身方式对学习效果具有积极影响(胡翰林, 刘革平, 2023)。但二语加工的具身效应具有怎样的特点尚未有系统的总结。据此，当前研究整合了二语具身加工和二语具身学习的相关研究，将其放在统一的概念操作逻辑和评判标准下进行分析，最大程度避免了因概念操作和评判标准的不一致对研究结论产生的影响，并在此基础上考察二语具身效应的影响因素。

1.2 语言特征对二语具身效应的影响

二语加工是二语学习者和语言特征相互作用的心理过程，两者均对二语具身效应有重要

影响。然而，已有研究较多关注的是二语熟练度等学习者因素对二语具身效应的影响，少有研究从语言特征角度进行考察，在同一研究框架下对比不同语义内容或语言加工层面的具身效应表现更是屈指可数。事实上，语言本身所承载的语义内容、加工深度以及母语和二语间的距离等均会对二语具身效应产生重要影响。

1.2.1 语义内容

Kousta 等(2009)提出，词语语义可以表征为语言信息、情感信息和感觉运动信息。就上述不同语义内容展开的具身研究主要涉及感知运动领域、情感领域和其他领域。其中，感知运动领域的研究大多选取不同类型的动作动词，考察二语加工中感知运动系统的激活差异(Bergen et al., 2010; Marino et al., 2017; Feng & Zhou, 2021)。有研究发现，二语学习者加工动作动词时躯体感觉运动区显著激活，表现出与母语相似的效应(De Grauwe et al., 2014)。但另有研究发现，加工母语动作动词时，词义隐含方向与反应方向的一致能够促进被试反应，而二语词义与运动方向是否一致则不影响被试反应(王慧莉 等, 2017)。

情感领域的二语具身研究主要考察二语加工中情绪信息是否激活对言语理解的影响(沈曼琼 等, 2014; 吴思娜 等, 2022; 刘友会, 2021)。例如，有研究采用情绪 Stroop 和情绪 Simon 任务发现，母语和二语均表现出了相似的干扰和促进效应(Altarriba & Basnight-Brown, 2011; Dudschig et al., 2014a, 2014b; Fan et al., 2018)。但也有研究发现，晚期双语者在进行二语情感加工时的自动性降低，干扰效应较小，且对消极刺激的皮肤电反应变弱(Pavlenko, 2012)。Sheikh 和 Titone (2015)发现，相较于积极情绪词, 消极情绪词由于缺乏足够的具身体验, 在加工中表现出更多的离身性。

不同领域内和领域间研究结论的不一致提示，语义内容可能是影响二语加工中感知运动系统激活与否的重要因素。然而，尚未有研究直接比较不同语义内容对二语具身效应的影响存在怎样的异同。

1.2.2 加工深度

不同研究考察二语具身效应时往往采用多种任务范式。任务范式的差异不仅会影响语言行为的具体表现，更重要的是，由于不同任务中涉及的加工深度差异，导致身体经验对二语加工过程的影响也可能存在本质区别。例如，Dudschig 等(2014a, 2014b)要求被试忽略词义仅对词汇呈现颜色做出反应，结果发现二语词汇隐含的空间信息仍能够影响被试的按键反应。而 Xue 等(2015)通过考察句子理解任务时的脑电活动发现，加工包含有身体和物体互动的二语词汇会伴随感觉运动区的激活。此外，还有研究发现，二语学习者在语义范畴任务中

表现出了具身效应，而在词汇决定任务中却没有出现具身效应(He & Bai, 2022)。有关情绪词汇加工领域的研究也表明，母语情绪加工优势源于词汇早期加工中情绪信息的自动注意捕获，而二语情绪通达则更依赖于语义深加工提取(Chen et al., 2015)。

已有研究结论的不一致提示，语义加工深度同样是影响二语加工中感知运动系统是否激活的重要因素。据此，当前研究对不同实验中的语义加工深度进行划分，将词汇范畴识别、翻译等涉及深度语义激活的任务归为深层语义加工，词汇判断和语音产出等较少激活语义的任务归为表层特征加工，从而探究语义加工深度是否会对二语具身效应产生影响。

1.2.3 语言距离

早期的语言对比分析理论强调，母语和二语间语言类型学上的相似性或客观语言距离对语言迁移具有重要作用(Weinreich, 1953; Kellerman, 1995)。研究进一步证实，相近的语言类型间更容易发生迁移(De Angelis & Selinker, 2001; De Angelis, 2007)。尽管语言距离是二语习得最为关键的因素之一，但其如何影响二语具身效应却鲜有考察。仅有的研究将被试区分为母语与德语同属印欧语系或分属不同语系的德语二语者，并发现同一语系的双语者表现出更明显的二语具身效应(Ahlberg et al., 2018)。因此，当前研究认为有必要将母语和二语之间的语言距离作为调节变量纳入元分析工作中进行考察。

综上，当前研究从语言特征出发，将语义内容、加工深度和语言距离作为影响二语具身效应的潜在因素，探究其对二语具身效应的影响。

1.3 二语熟练度对二语具身效应的影响

双语表征模型认为，熟练度是影响二语加工的关键因素。与熟练双语者相比，非熟练双语者二语词汇表征和概念表征之间的联系较弱(Monaco et al., 2019)。有研究表明，二语熟练度越高，具身效应越明显(Ahlberg et al., 2018; Bergen et al., 2010)。例如，相较于非熟练双语者，权力概念加工和垂直空间的内隐联结在熟练双语者中表现更明显(Wang, 2016)。但也有研究认为，二语熟练度与具身效应不存在明显相关(Kogan et al., 2020)。此外，二语具身效应的发现大都来自于熟练双语者，非熟练双语者是否存在具身效应的结论不相一致。例如，冯茵等(2019)采用空间线索范式考察二语动词加工的具身效应，结果发现，熟练和非熟练双语者在高具身动词加工中表现出了类似的促进效应，但对于低具身动词，只有熟练双语者表现出显著的具身效应。目前，二语熟练度如何影响二语加工中感知运动系统的激活尚不清晰，且各个研究就二语熟练度的划分缺乏一致标准，这可能是导致上述研究结论不一致的原因，因此有必要将二语熟练度纳入元分析中考察其对于二语具身效应的影响。

基于以上归纳与分析，当前研究的主要任务包括：第一，整合二语具身加工和二语具身学习的实证研究，综合考察二语具身效应。第二，从语言特征和学习者特征两个角度出发，考察语义内容、加工深度和语言距离等客体因素以及学习者二语熟练度这一主体因素对二语具身效应的影响。整体框架见图 1。

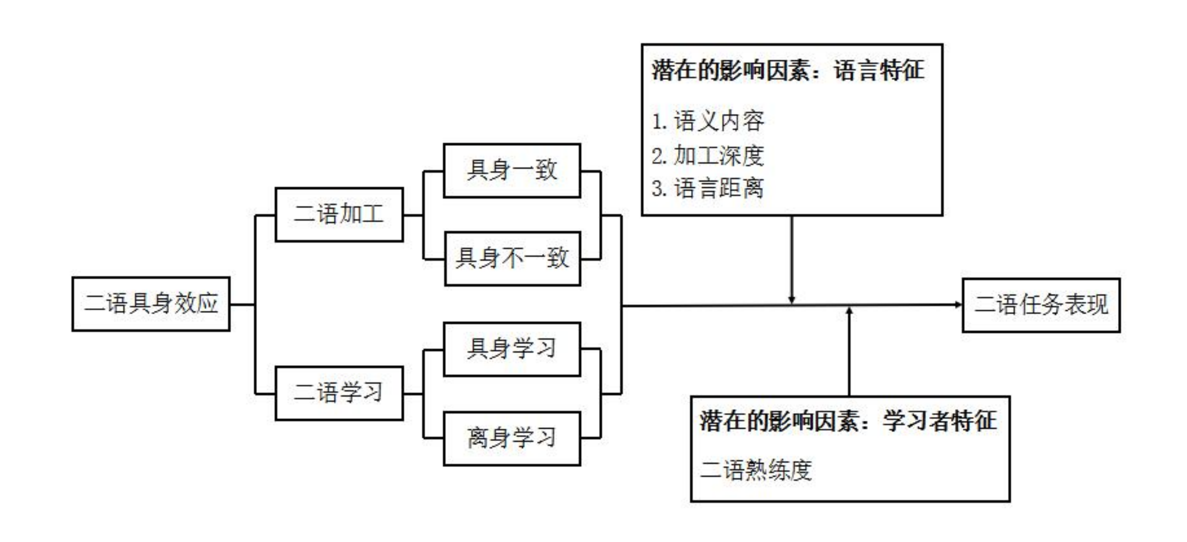


图 1 研究框架

2 研究方法

本研究工作初期已在 PROSPERO 平台进行元分析预注册，确保研究的透明度和可信度，避免了不必要的重复，并可对研究进行实时跟踪监测。

2.1 文献检索

本研究采用中文和英文文献检索的方式全面地进行文献检索。检索时间截止至 2023 年 9 月。中文文献主要检索中国学术期刊网数据库、万方数据库、维普中文科技期刊数据库，以具身+二语(精确)为主题或以具身认知+二语习得+感觉运动系统+二语加工(精确)为关键词进行搜索。英文文献检索的数据库包括：SpringerLink、ElsevierSD、Wiley、Emerald、Pro Quest 博硕士论文全文数据库、SCI 数据库、互联网 google 学术数据库。以 second language，embodied cognition，sensorimotor system，embodiment，L2 processing，bilingualism，bilingual 为关键词进行搜索，没有全文的文献以邮件通过馆际互借的方式获得。共检索到文献 1234 篇，其中中文 130 篇，英文 1104 篇。

2.2 文献纳入与排除标准

2.2.1 概念界定

语言具身认知观强调语言加工植根于动作或感知觉，这种具身认知效应在二语中的适用性即为二语具身效应(鹿士义, 彭聪, 2021)。由于具身和非具身条件在不同研究中具体表现形式不尽相同，本研究中具身组与非具身组的区分标准为：是否基于动作和感知觉经验，对感觉运动反应造成影响或激活感觉运动系统。研究纳入文献中仅有一篇特殊，其数据类型根据涉及效应器的一致和不一致，即是否竞争同一认知资源分为具身组和非具身组(Bergen et al., 2010)。

具体而言，本研究对二语具身加工研究的处理思路如下：一致对应具身条件，不一致对应非具身条件，并将具身和非具身条件下反应时和正确率的差值作为衡量二语具身效应的指标。二语具身学习研究的处理思路为：能够充分调动学习者具身体验的为具身学习组，没有或较少调动学习者具身体验的为非具身学习组，并将两组的测试成绩差值作为衡量二语具身效应的指标。最后，在上述研究数据的基础上采用随机效应模型计算出总的效应量值，该效应量值即为衡量二语具身效应存在与否的指标。

2.2.2 纳入与排除标准

通过阅读研究标题、摘要以及全文，并删除重复文献后，将获得的文献依据以下标准进行筛选：（1）研究必须是考察了二语(词汇、句子)具身效应的实证研究。数据资料完整, 样本大小明确。由于本研究关注二语学习，因而纳入包含短期二语训练的研究。（2）研究对象为正常人群体，其他特殊群体排除在外。（3）文献明确报告了样本量、均值、标准差等可以计算效应量的信息，不包括运用结构方程模型、回归分析及其它统计方法获得的数据, 排除纯理论和文献综述类文章。（4）考虑到入选文章的同质性, 排除以生理反应为指标的二语研究，同时包含行为学及生理学指标的只分析行为学指标。（5）文献中所涉及的数据不可重复(如使用同一批数据反复发表研究，则只统计一次)。最终纳入元分析的文献共计 60 篇，其中中文 21 篇，英文 39 篇，总计 186 个效应量。具体文献检索及筛选流程见图 2。

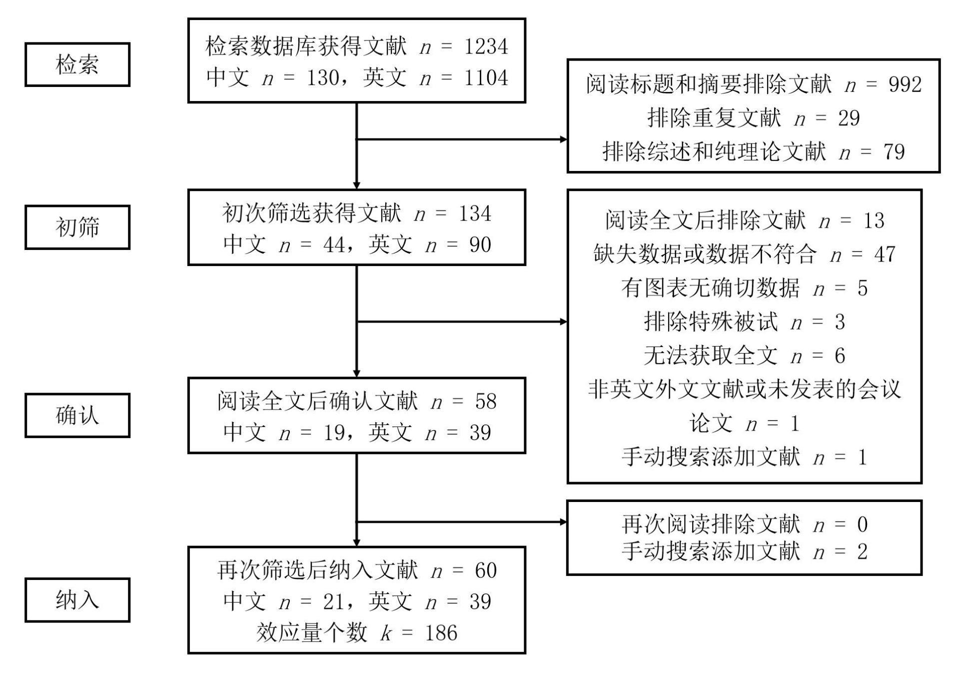


图 2 文献检索及筛选流程

2.3 文献编码与质量评估

本研究的文献编码工作由四位编码员独立完成，对于存在分歧的研究再次研讨协商后确定最终编码。所有纳入的文献均经过两次编码确定。对纳入元分析的文献进行如下编码：（1）四种潜在的影响因素；（2）每种因素下对应的变量类型；（3）每种类型的数量。具体编码方式见表 1。

研究纳入的调节变量包括：语义内容、加工深度、语言距离、二语熟练度、样本量及发表年份。其中，语义内容按照原文献中词汇类型编码为感知运动、情感和其他三类；参照原文献中实验任务，本研究根据具体实验任务是否激活语义将加工深度编码为无需激活语义的表层特征加工和激活语义的深层语义加工；按照十大语系分类将语言距离编码为相同语系和不同语系的二分变量；二语熟练度根据原文献描述编码为高熟练度和低熟练度的二分变量；样本量编码为小于 50 和大于等于 50 的二分变量；发表年份为连续变量。

表 1 影响因素编码

影响因素	变量类型	数量
语义内容	感知运动领域	22
	情感领域	20
	其他领域	31
加工深度	表层特征加工	19
	深层语义加工	54
语言距离	相同语系	13
	不同语系	53
二语熟练度	高熟	32

根据专家建议并参照实验和干预类研究评价条目与标准(如 Jadad 量表)自行编制实验类元分析文献质量评价量表, 评估标准包括（1）被试的选取。随机选取计 2 分, 非随机选取计 1 分, 未报告计 0 分。（2）数据有效率。数据有效率在 0.9 及以上计 2 分, 介于 0.8~0.9 之间计 1 分, 0.8 以下及未报告的计 0 分。（3）刊物级别。CSSCI (含扩展版)及 SSCI 期刊计 2 分, 北大核心期刊计 1 分, 普通期刊及未公开发表的论文计 0 分。每篇文章的评价总分介于 0~6 之间, 得分越高表明文献质量越好。

2.4 元分析过程

2.4.1 效应量的计算

研究选用 Hedge’s *g*，即 Cohen’s *d* 的修正量作为衡量二语具身效应的效应值。Cohen’s *d* 是计算组间差异的常用效应量，计算 Cohen’s *d* 需要参数包括两组均数和标准差。相较于 Cohen’s *d*，Hedge’s *g* 能提供更加准确的估计。首先根据纳入研究的具身组和非具身组的样本量、平均值和标准差等原始数据计算 Cohen’s *d* 值： 其中分子为均数差，分母为汇总标准差 S_{pooled}，计算方法为 $d = (M_1 - M_2) / S_{pooled}$，

$S_{pooled} = [(n_1 - 1)s_1^{\ 2} + (n_2 - 1)s_2^{\ 2} / n_1 + n_2 - 2]1/2$。再通过以下公式将 Cohen’s *d* 值转化为 Hedge’s *g* 值： $g = d[1 - (3/(4df - 1))]$， $df = n_1 + n_2 - 2$。

2.4.2 模型选定与异质性检验

现阶段元分析主要有固定效应模型和随机效应模型。研究通过异质性检验确定选择的模型。异质性检验包括 *Q* 检验、I^2 检验和 *H* 检验。*Q* 检验中 *Q* 值越大对应的 *p* 值越小，当 $p < 0.1$ 时结果异质。I^2 检验划分了异质性程度，25%，50%，75%分别表示异质的低中高程度。*H* 检验中，$H > 1.5$ 则表示结果异质，$H < 1.2$ 则表示同质。本研究通过 *Q* 检验和 I^2 检验进行异质性检验，若结果为低异质性则选择固定效应模型，否则选择随机效应模型。

2.4.3 发表偏差

发表偏差代表着已发表的研究文献无法全面系统地概括该领域内已完成的研究总体，对元分析的可靠性产生影响。降低发表偏差的有效方法有增大样本量或尽可能纳入未发表的文章。在具体元分析过程中，研究采用漏斗图、Egger 线性回归法检验发表偏差存在与否并评估其对结果稳定性的影响。

2.4.4 数据处理与分析程序

使用 R 语言的 metafor、orchaRd 和 ggplot2 程序包进行元分析数据分析和作图。具体过程包括异质性检验、发表偏差检验、主效应检验和调节效应检验，其中调节效应的检验有亚组分析和元回归分析。亚组分析用于检验分类变量的调节作用，如样本量、语义内容、加工深度、语言距离和二语熟练度；元回归分析用于检验连续变量的调节作用，如发表年份。

使用 R 程序包 orchaRd 中的果园图(orchard plot)呈现主效应检验及亚组分析结果。orchaRd 由 Nakagawa 等人(2021)制作，用于解决在效应量大于 100 时森林图出现冗杂和实用性较差的问题。鉴于本研究共 186 个效应量，使用果园图呈现结果更加高效。

3 研究结果

3.1 异质性检验

通过异质性检验(heterogeneity test)发现，二语具身效应效应值的 Q 检验显著($p < 0.001$)，且 $I^2 = 81.8\% > 75\%$，表明效应量的异质性高且显著，因此选用随机效应模型。I^2 检验结果说明，各研究间异质性高，不同研究的结果差异有 81.8%来自研究间的真实差异，有必要进行调节效应检验探索异质性来源。

3.2 发表偏差检验

首先采用漏斗图(funnel plot)检查本研究的发表偏差，从漏斗图来看，各研究文献基本分布于效应量的两侧，表明可能不存在发表偏差或发表偏差较低，二语具身效应量漏斗图见图 3。进一步采取 Egger’s 线性回归检验(Egger’s regression Intercept)更精确地分析发表偏差。结果显示，$p = 0.73 > 0.05$，说明发表偏差低。综上所述，本研究的元分析结果较为可靠，不存在严重的发表偏差。

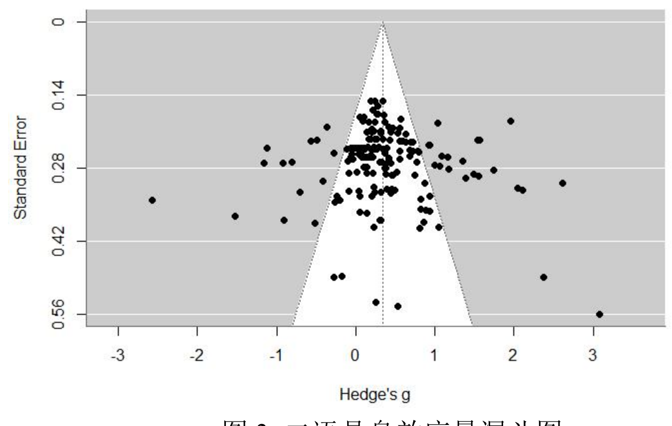


图 3 二语具身效应量漏斗图

3.3 主效应检验

选择随机效应模型检验二语具身效应是否存在，结果发现主效应显著，$z = 7.78$，$p <$

0.001，总效应量 Hedge's $g = 0.34$，其 95%置信区间为[0.25,0.42]，不包含 0。二语具身主效应果园图见图 4。

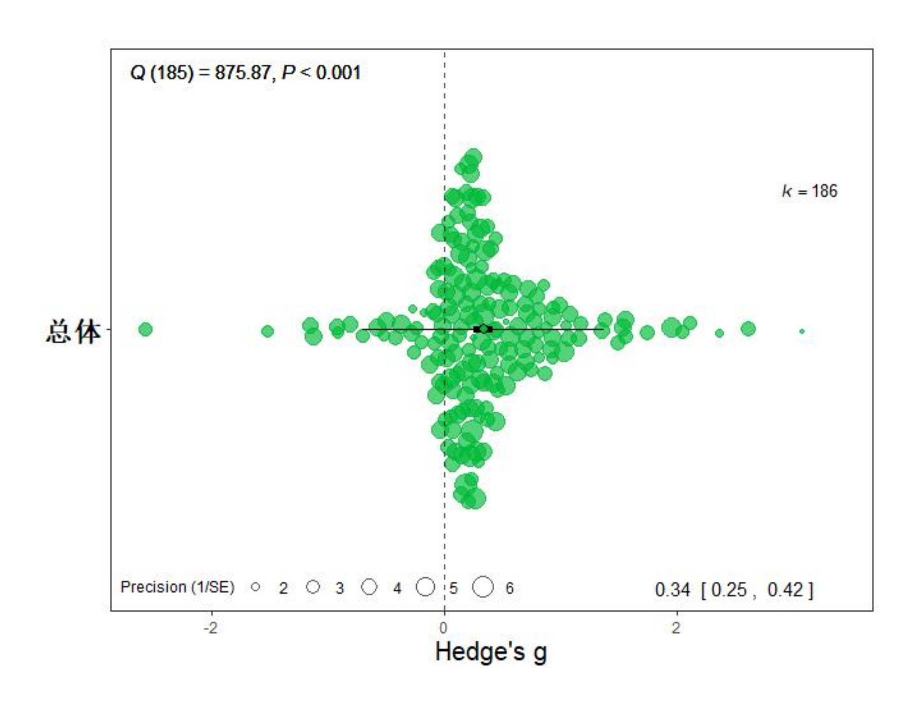


图 4 二语具身主效应果园图

3.4 敏感性检验

通过敏感性分析来排除个别文献得出的极端值对于元分析结果可能造成的干扰。逐步排除每项研究后，计算其余研究的总效应量大小，结果显示二语具身效应的效应量波动范围在 0.33 ~ 0.35 之间，与总效应量 0.34 比较接近，表明结果稳定性较好。

3.5 调节效应检验

在影响因素的考察上，检验了发表年份、样本量、二语熟练度、语义内容、加工深度、语言距离 6 个变量的调节效应，所有变量均符合亚组分析每组至少有 4 项研究，元回归分析至少有 6 项研究(Fu et al., 2011)。发表年份属于连续变量，采用元回归分析。样本量、二语熟练度、语义内容、加工深度、语言距离为分类变量，亚组分析和交互作用分析的具体结果见表 2。

调节效应检验发现，二语熟练度的调节效应显著($Q(1) = 5.60$, $p = 0.018$)，其中高熟组(64 组数据)的效应量($g = 0.49$)大于低熟组(83 组数据)的效应量($g = 0.25$)，见图 5a。语系类型调节效应显著($Q(1) = 8.18$, $p = 0.004$)，不同语系组(133 组数据)的效应量($g = 0.42$)大于相同语系组(47 项数据)的效应量($g = 0.13$)，见图 5b。加工深度的调节效应不显著($Q(1) = 0.71$, $p = 0.399$)，见图 5c。语义内容的调节效应不显著($Q(2) = 5.37$, $p = 0.068$)，见图 5d。此外，发表

年份的调节效应，样本量的调节效应均不显著，$Q_{发表年份}(1) = 2.66, p = 0.103$，$Q_{样本量}(1) = 1.46$，$p = 0.227$。将学习者特征分别与各语言特征进行交互作用检验发现，二语熟练度与语义内容的交互作用显著($p = 0.018$)；二语熟练度与语言距离交互作用不显著($p = 0.265$)，二语熟练度与加工深度交互作用不显著($p =0.315$)，见图 5e。

表 2 二语具身效应的亚组分析和交互作用分析

影响因素	类别	*K*	效应量及95%CI			异质性检验		
			g	下限	上限	*Q*	*df*	*p*
样本量	$N < 50$	163	0.32	0.23	0.41	1.46	1	0.228
	$N \geqslant 50$	23	0.47	0.24	0.70			
二语熟练度	高熟	64	0.49	0.34	0.64	5.60	1	0.018
	低熟	83	0.25	0.11	0.38			
语言距离	相同语系	47	0.13	-0.04	0.30	8.18	1	0.004
	不同语系	133	0.42	0.32	0.52			
加工深度	深层语义加工	137	0.36	0.24	0.43	0.71	1	0.399
	表层特征加工	49	0.28	0.11	0.44			
语义内容	动作	52	0.24	0.08	0.40	2.68	2	0.068
	情感	81	0.45	0.32	0.58			
	其他	52	0.27	0.10	0.43			
二语熟练度×语义内容	低熟-情感	48	0.24	0.07	0.41	8.06	1	0.018
	低熟-动作	20	0.18	-0.08	0.44	1.89	1	
	低熟-其他	15	0.35	0.04	0.65	5.00	1	
	高熟-情感	24	0.83	0.59	1.07	45.31	1	
	高熟-动作	24	0.32	0.08	0.56	7.03	1	
	高熟-其他	16	0.24	-0.05	0.53	2.63	1	
二语熟练度×语言距离	低熟-不同语系	55	0.31	0.15	0.48	14.39	1	0.265
	低熟-相同语系	27	0.13	-0.10	0.35	1.20	1	
	高熟-不同语系	53	0.55	0.38	0.71	42.03	1	
	高熟-相同语系	10	0.20	-0.18	0.58	1.05	1	
二语熟练度×加工深度	低熟-表层特征加工	20	0.16	-0.11	0.42	1.34	1	0.315
	低熟-深层语义加工	63	0.28	0.12	0.43	12.68	1	
	高熟-表层特征加工	10	0.30	-0.08	0.69	2.38	1	
	高熟-深层语义加工	54	0.52	0.36	0.69	38.72	1	

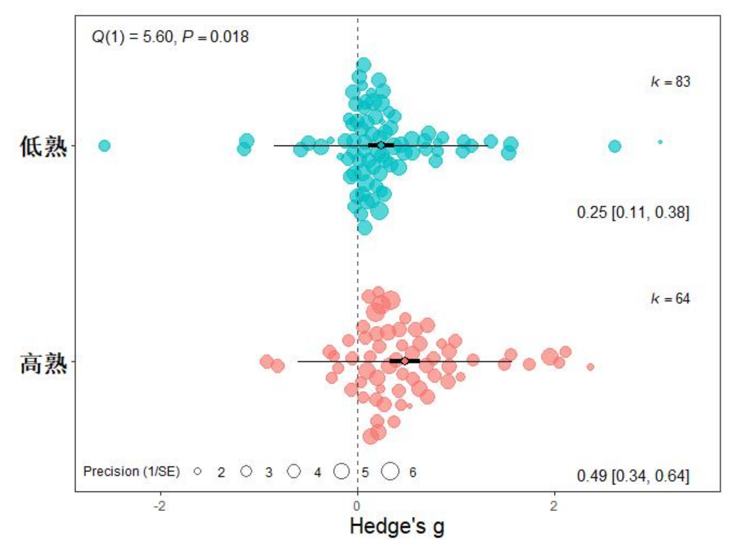


图 5a 二语熟练度的调节效应

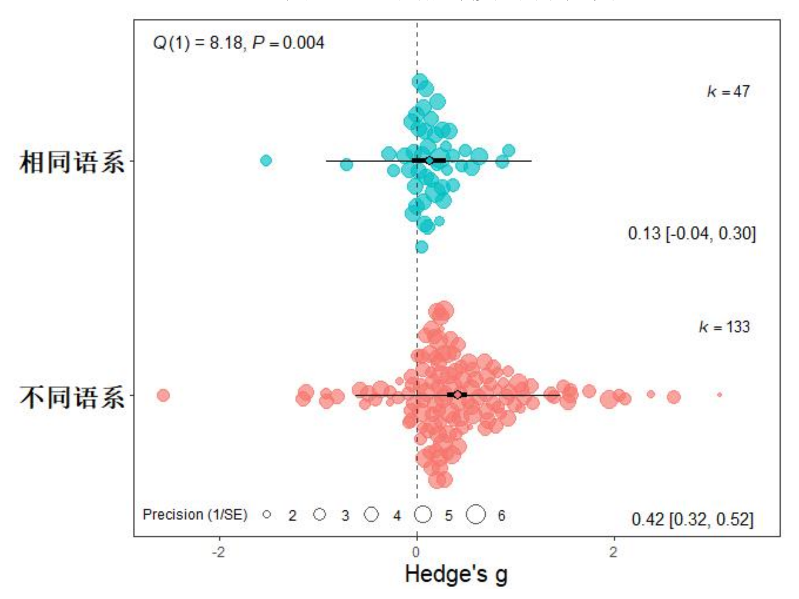


图 5b 语系类型的调节效应

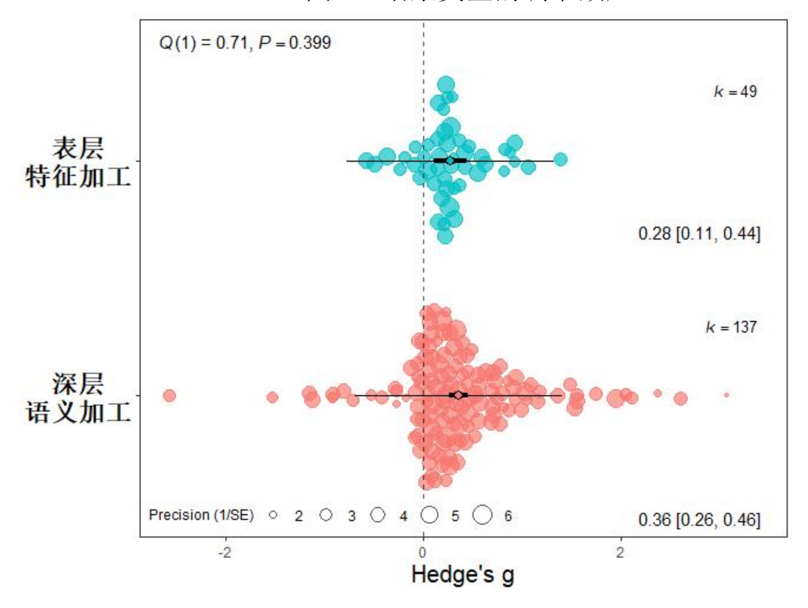


图 5c 加工深度的调节效应

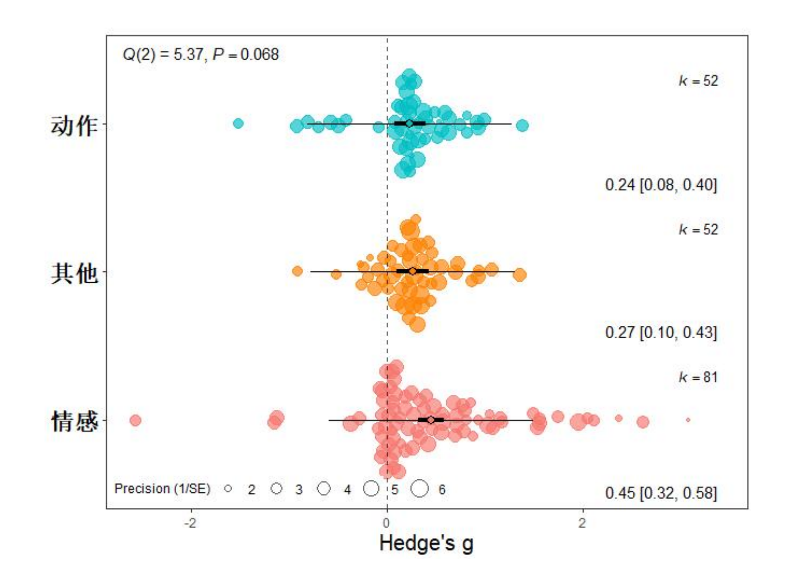


图 5d 语义内容的调节效应

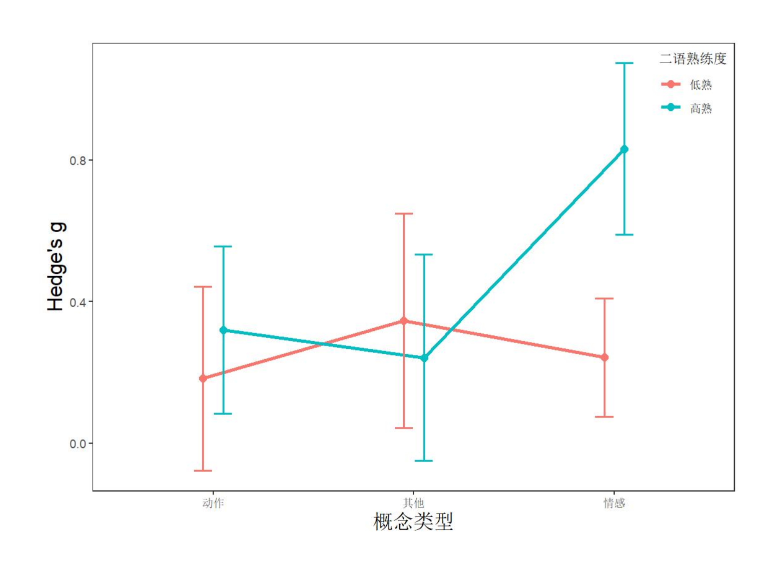


图 5e 二语熟练度和语义内容的交互作用

4 讨论

当前研究采用元分析方法对二语具身研究进行总结分析，综合考察二语具身效应。通过对所纳入的 60 篇文献 186 个效应量进行分析，结果显示主效应显著($g = 0.34$)，表明二语存在具身效应，感知运动系统的激活能够影响二语理解和概念表征。亚组分析结果显示，二语熟练度和语言距离对二语具身效应具有调节作用，而语义内容和加工深度对二语具身效应的调节作用不显著。并且，二语熟练度和语义内容存在显著的交互作用。这一结果提示，在解释具身效应是否跨语言存在时，需充分考虑语言特征和学习者特征以及主客体两者的相互作用对具身效应产生的影响。

4.1 语言特征对二语具身效应的影响

4.1.1 语言距离

当前研究纳入语言距离这一调节变量进行分析后发现，语言距离的调节作用显著，即母语和二语之间的语言距离在一定程度上会影响二语具身效应。当母语和二语隶属不同语系类型时，相较于二者属于同一语系类型具有更大的效应量，表现出了更显著的具身效应。

以往有研究从语言迁移角度提出，二语与母语之间的距离越近，越有可能表现出具身效应(Ahlberg et al., 2018)。结论的不一致提示，在解释语言距离对二语具身效应的影响时应更加慎重。尽管目前缺少直接证据对比语系类型相同与否对二语具身效应的影响，但当前研究发现仍具有一定的启示。研究认为，出现这一结果的可能原因是，当母语和二语处于同一语系时，加工两种语言会激活相似的感觉运动区域，造成认知资源的竞争，进而影响任务表现。与此不同，当双语者掌握的两种语言属于不同语系类型时，学习母语和二语过程中获得的身体经验更有可能激活不同的感觉运动区域，因而较少存在认知资源的竞争。例如，Bergen等(2010)发现，当图像所描述的动作和动词所表示的动作使用相同效应器时，被试作出“否”反应的时间显著长于使用不同效应器时。研究者认为这是由于被试在理解动词和图像时均激活了特定的运动表征，存在对同一认知资源的竞争关系，从而对判断产生了干扰。另有研究发现，汉语和英语知觉符号表征的重叠度较低(谢久书 等, 2022)，其情绪加工的神经激活模式存在着较大的差别(Chen et al., 2019)，这意味着不同语系的母语和二语具身加工可能存在更少的认知资源竞争。此外，当前研究采用了“客观语言距离”即语系类型作为语言距离的衡量指标，而学习者在学习二语时还受到主观态度和体验的影响。Kellerman 提出“心理语言距离”这一概念，指的是学习者所认为的语言之间存在的距离，强调学习者主观意识到的语言距离的重要性(欧亚丽, 刘承宇, 2009)。当前研究中不同语系类型数据中所涉及的双语多为汉语和英语，而英语的国际化和普及化可能使中国学习者对其熟悉性增强，进而在主观上拉近英语与汉语的距离，使得二语和母语尽管在客观上存在较远的距离，但仍表现出了显著的具身效应。

4.1.2 加工深度

研究发现，深层语义加工和浅层语义加工均表现出显著的二语具身效应，但不同加工深度对二语具身效应的影响不存在显著差异。这一结果表明，具身效应稳定存在于二语学习过程中，较少受语义激活程度的影响。然而，需要注意的是，在对二语语义进行激活的同时，不可避免地会激活母语语义，因而无法排除研究结果是否以及在多大程度上受到母语语义激

活的影响。这使得在探讨二语语义加工深度对具身效应的影响时，必须要将母语语义激活的情况考虑在内。但事实上二语加工中母语的语义激活程度难以测量，且当前研究纳入的文献较少涉及母语和二语加工任务表现的比较，缺乏充足的实证研究数据。因此，母语和二语语义加工深度如何共同对二语具身效应产生影响还需更多实证研究证据予以检验。

4.1.3 语义内容

研究比较了感知运动领域、情感领域以及其他领域中的二语具身效应是否存在差异。结果显示，动作语义、情感语义和其他语义二语具身效应均显著，不同语义内容对二语具身效应的影响不存在显著差异，表明二语具身效应不受语义内容的影响，其跨概念领域稳定存在。然而，尽管语义内容对二语具身效应的调节作用不显著，但仍然表现出了情感语义内容的二语具身效应量比动作和其他语义内容的效应量更大的趋势，即加工情感语义相较于加工动作语义或其他语义表现出了更强的二语具身效应。这一结果表明，即使是相对抽象的情感语义，在二语学习过程中也能表现出显著的具身效应。虽然以往有研究认为，相较于母语，二语体验到更弱的情绪激活(Pavlenko, 2012)。但当前研究结果发现，在加工情感语义内容时，二语和母语一样表现出具身效应。鉴于研究纳入文献的实验材料涵盖词汇、句子和语篇，因而存在部分材料既包含动作又包含情感或其他语义内容，同时涉及到上述三个概念领域。对于此类文献，编码者在进行编码时将依据研究目的以及三类语义内容在材料中的占比情况，选取符合研究目的且占比最大的语义内容将其划分到某个相应的概念领域中，这可能会在一定程度上影响亚组分析的结果。

4.2 二语熟练度对二语具身效应的影响

研究发现，二语熟练度对二语具身效应的调节作用显著，高熟练双语者比低熟练双语者表现出了更显著的二语具身效应。这与以往的研究结论基本一致。先前研究认为，低熟练双语者在进行二语加工时会占用更多的认知资源，使其缺乏足够的资源激活相应的感知运动系统(Keysar et al., 2012)。另一个可能的解释是，相较于高熟练双语者，低熟练双语者的二语表征不够精细和深刻，缺乏将二语符号与其所指代个体相联系的感知运动经验。当前研究通过综合以往实验结果，在足够大的样本量基础上进一步证实，二语熟练度是影响二语具身效应的重要因素。高熟练双语者的二语概念表征与感知运动经验的联结更加稳固，因此在进行二语加工时更有可能激活其相关的身体经验。有研究表明，高熟练双语者在加工母语和二语动词时的躯体运动区激活模式相似(De Grauwe et al., 2014)，并认为高熟练双语者的二语具身效应与母语者基本一致(Vukovic & Shtyrov, 2014)。因此，随着二语熟练程度的提高，学习

者能够调动更多的认知资源去激活相应的感知运动系统，促进二语加工任务表现。这一结果也提示在二语学习过程中增强学习者的感知运动体验，有助于低熟练双语者在二语符号与其对应的概念表征之间建立联结，从而促进二语学习。

当前研究进一步考察了二语熟练度与加工内容等语言特征的交互作用，并发现语义内容对二语具身效应的影响受到学习者二语熟练度的调节。相较于动作语义和其他语义，高熟练双语者在二语情感语义加工中的具身效应更为明显，而低熟练双语者在动作语义、情感语义和其他语义中的二语具身效应差异均不显著。正如研究所发现的二语熟练度对二语具身效应的影响，由于低熟练双语者缺少精细化的二语表征以及足够的认知资源激活相应的感觉运动系统，其在不同语义内容中均存在较小的二语具身效应且差异不显著。更重要的是，高熟练双语者在二语情感语义中表现出更大的具身效应进一步佐证了情感语义等抽象概念的加工和表征相较于动作等具体语义内容更容易受到身体感知运动经验的影响。尽管动作语义和情感概念都存在具身效应，但由于抽象情绪概念比具体语义具有更为单一和强烈的效价联结，一旦语义激活，抽象情绪概念中效价所引发的具身效应则显现出来。近期研究也发现，二语情绪概念的具身效应受到具体性的调节，抽象概念比具体概念与垂直空间的隐喻联结更强(马晓博, 2024)。因此，高熟练双语者在加工抽象的情感语义时比具体语义表现出了更强的二语具身效应。

4.3 研究启示与不足

当前研究通过整合二语加工和学习的具身研究，纳入语言特征和学习者二语熟练度等调节变量，考察二语具身效应的具体特点、表现形式及其影响因素。研究发现为后续研究工作提供了多方面的启示。首先，运用元分析的方法考察二语具身效应存在与否，有助于回答现存争议，便于后续研究者在此基础上开展更深入的研究，进一步明确二语具身效应产生的认知机制和作用机制。其次，研究发现，相较于相同语系，当二语和母语属于不同语系时具有更大的具身效应，这提示未来研究可以更多关注语言距离对二语学习的积极作用。此外，二语情感语义相较于动作语义和其他语义的具身效应更明显，这提示二语教学应重视增强具身情绪体验对促进二语抽象情绪概念理解的作用。

鉴于研究者精力和技术限制，本研究仍存在以下不足：首先，由于研究所纳入原始研究数量的限制，导致一些亚组分析中各组的数据量不够均衡，可能会对分析结果造成一定影响。其次，由于行为学研究中提供的平均值、标准差等可直接转化为效应量，而脑成像研究需要根据时间窗口分别计算各窗口脑电波的效应量亦或脑区激活值转化为激活强度的效应量，难

以与行为学数据进行合并呈现。因此，研究仅对行为学数据进行了分析，使得研究结论缺少神经指标上的证据支持。未来研究可进一步纳入包括脑电等在内的神经生理学指标，以充分考察二语具身效应的神经机制。此外，有研究发现二语具身效应与习得年龄呈负相关(Birba et al., 2020; 倪传斌, 2023)。但由于当前研究所纳入的大多数文献未报告被试的二语习得年龄，因此对于学习者的二语习得年龄因素如何影响二语具身效应，仍需要进一步的研究结果予以讨论。未来研究应更多关注二语学习者的习得年龄和习得经验等因素在二语具身学习中所发挥的具体作用。

5 结论

研究结果表明，二语中存在稳定的具身效应。并且，二语熟练度对二语具身效应有显著影响，高熟练双语者比低熟练双语者表现出了更强的二语具身效应。语言距离对二语具身效应有显著影响，当二语和母语属于不同语系时比相同语系时的具身效应更明显。二语熟练度和语义内容存在显著的交互作用，语义内容对二语具身效应的影响受到学习者二语熟练度的调节。研究结果支持具身效应的跨语言一致性，并进一步揭示了学习者因素和语言因素对于二语具身效应的重要影响。

参考文献

*标识进入元分析的文献

白亚停, 何文广. (2021). 二语具身认知：自动激活还是母语中介?. *心理科学进展*, *29*(11), 1970–1978.

*蔡琛. (2016). *具身经验对情绪性词汇加工的影响：来自二语习得的证据*[硕士学位论文]. 华中师范大学.

*董齐馨. (2020). *二语词汇抽象性及其语义加工研究*[硕士学位论文]. 宁波大学.

*冯茵, 周榕. (2019). 空间线索范式下二语动词加工的具身认知效应. *外语学刊*, *1*, 71–78.

官群. (2007). 具身认知观对语言理解的新诠释——心理模拟:语言理解的一种手段. *心理科学*, *5*, 1252–1256.

官群. (2019). *具身语言学——人工智能时代的语言科学*. 科学出版社.

*胡佳颖. (2020). *二语抽象名词语义加工的派生具身研究*[硕士学位论文]. 宁波大学.

胡翰林, 刘革平. (2023). 具身学习对学习效果的影响——基于国际期刊 31 项实验或准实验研究结果的元分析. *教师教育学报*, *10*(5), 85–94.

*洪炜, 仇琳娜. (2022). 具身认知视域下汉语二语听解加工的心理模拟机制. *华文教学与研究*, *1*, 38–45.

*江婷婷. (2020). *二语名词语义加工中的身-物交互效应研究*[硕士学位论文]. 宁波大学.

*刘友会. (2021). *语境对汉语二语者情绪词识别和表征的影响研究*[硕士学位论文]. 南京师范大学.

鹿士义, 彭聪. (2021). 具身认知理论下的二语习得. *华文教学与研究*, *85*(1), 31–37.

马晓博. (2024). *二语情绪概念垂直空间隐喻的内在机制及其对新词学习的影响*[硕士学位论文]. 郑州大学.

倪传斌. (2023). 外语的具身效应及其作用路径与机制. *外语教学与研究*, *55*(6), 876–886.

*沈曼琼, 谢久书, 张昆, 李莹, 曾楚轩, 王瑞明. (2014). 二语情绪概念理解中的空间隐喻. *心理学报*, *46*(11), 1671–1681.

*石如彬, 谢久书, 杨梦情, 王瑞明. (2022). 语言和情境对具体概念感知运动仿真的影响. *心理学报*, *54*(6), 583–594.

*陶家玉. (2020). *二语作格动词语义加工中的具身效应研究*[硕士学位论文]. 宁波大学.

*王慧莉, 陈子昂. (2021). 二语句子产出过程中形状信息的具身效应. *中国海洋大学学报*, *3*, 120–128.

王慧莉, 郝晓争, 陈宏俊. (2017). 基于垂直 Stroop 范式的空间二语词汇加工研究. *外国语文*, *33*(5), 83–89.

*王慧莉, 赵韫晗. (2020). 隐含形状信息在二语句子理解中的表征研究. *天津外国语大学学报*, *27*(5), 70–79.

*王倩. (2016). 不同二语水平双语者对权力词的具身认知加工及表征差异研究. 解放军外国语学院学报, 39(6), 80–107.

王寅. (2005). 语言的体验性——从体验哲学和认知语言学看语言体验观. *外语教学与研究(外国语文双月刊)*, *37*(1), 37–43.

*吴思娜, 刘梦晨, 李莹丽. (2019). 具身认知视角下汉语二语情感词的空间隐喻. *世界汉语教学*, *33*(3), 405–416.

*吴思娜, 杨子, 李莹丽. (2022). 语言文化与身体特异性对水平空间隐喻的影响. *华文教学与研究*, *1*, 46–61.

*奚梦澜. (2019). *中国英语学习者价值类词汇具身语义加工研究*[硕士学位论文]. 宁波大学.

谢久书, 沈光银, 黄艳利. (2022). 双语者跨语言正字法迁移的争议与整合. *心理科学*, *45*(04), 903–909.

*于善志, 卢姗. (2021). 二语抽象动词具身语义加工中的情境系统性研究. *外语教学与研究*, *53*(6), 900–911.

*于善志, 张雨. (2020). 二语情感抽象概念加工的具身认知研究. *宁波大学学报（人文科学版）*, *33*(6), 102–107.

*赵翠莲, 古晨雨. (2020). 概念隐喻视角下中国 EFL 学习者情绪词汇心理表征研究.*外语研究*, *5*, 7–15.

*张雨, 于善志, 杨连瑞. (2021). 中国英语学习者二语抽象词汇加工实证研究. *外语教学*, *42*(5), 65–69.

*朱雪婷. (2017). *中国英语学习者的运动动词具身研究*[硕士学位论文]. 宁波大学.

*Ahlberg, D. K., Bischoff, H., Kaup, B., Bryant, D., & Strozyk, J. V. (2018). Grounded cognition: Comparing language×space interactions in first language and second language. *Applied Psycholinguistics*, *39*(2), 437–459.

*Ahn, S., & Jiang, N. (2018). Automatic semantic integration during L2 sentential reading. *Bilingualism-Language and Cognition*, *21*(2), 375–383.

Altarriba, J., & Basnight-Brown, D. M., (2011). The representation of emotion vs. emotion-laden words in English and Spanish in the Affective Simon Task. *International Journal of Bilingualism*, *15*(3), 310–328.

*Baills, F., Alazard-Guiu, C., & Prieto, P. (2022). Embodied prosodic training helps improve accentedness and suprasegmental accuracy. *Applied Linguistics*, *43*(4), 776–804.

*Baills, F., & Prieto, P. (2021). Embodying rhythmic properties of a foreign language through hand-clapping helps children to better pronounce words. *Language Teaching Research*.

*Baumeister, J. C., Francesco, F., Markus, C., Rumiati, R. I., & Piotr. (2017). Embodiment and emotional memory in first vs. second language. *Frontiers in Psychology*, *8*.

*Bergen, B., Lau, T.-T. C., Narayan, S., Stojanovic, D., & Wheeler, K. (2010). Body part representations in verbal semantics. *Memory & Cognition*, *38*(7), 969–981.

Birba, A., Guerrero, D. B., Caro, M. M., Trevisan, P., & García, A. M. (2020). Motor-system dynamics during naturalistic reading of action narratives in first and second language. *NeuroImage*, *216*, 116820.

Boulenger, V., Roy, A. C., Paulignan, Y., Deprez, V., Jeannerod, M., & Nazir, T. A. (2006). Cross-talk between language processes and overt motor behavior in the first 200 msec of processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *18*(10), 1607–1615.

Boulenger, V. (2009). Grasping ideas with the motor system: Semantic somatotopy in idiom comprehension. *Cerebral Cortex*, *19*(8), 1905–1914.

*Buccino, G., Marino, B. F., Bulgarelli, C., & Mezzadri, M. (2017). Fluent speakers of a second language process graspable nouns expressed in L2 like in their native language. *Frontiers in Psychology*, *8*.

*Cao, F., Kim, S. Y., Liu, Y., & Liu, L. (2014). Similarities and differences in brain activation and functional connectivity in first and second language reading: Evidence from Chinese learners of English. *Neuropsychologia*, *63*, 275–284.

Chen, P.-Y., Lin, J., Chen, B.-L., Lu, C.-M., & Guo, T.-M. (2015). Processing emotional words in two languages with one brain: ERP and fMRI evidence from Chinese-English bilinguals. *Cortex*, *71*, 34–48.

Chen, P.-Y., Chen, B.-L., Thomas, F. M., Lu, C.-M., Li, L., & Guo, T.-M. (2019). Neural correlates of processing emotions in words across cultures. *Journal of Neurolinguistics*, *51*, 111–120.

*De Grauwe, S., Willems, R. M., Rueschemeyer, S.-A., Lemhofer, K., & Schriefers, H. (2014). Embodied language in first- and second-language speakers: Neural correlates of processing motor verbs. *Neuropsychologia*, *56*, 334–349.

De Angelis, G. & Selinker, L. (2001). Interlanguage transfer and competing linguistic systems in the multilingual mind. In Cenoz, J., Hufeis-en, B., & Jessner, U. (eds.). *Cross-linguistic Influence in Third Language Acquicition: Psychological Perspectives*.

De Angelis, G. (2007). *Third or Additional Language Acquisition*. Multilingual Matters.

Dudschig, C., de la Vega, I., De Filippis, M., & Kaup, B. (2014a). Language and vertical space: On the automaticity of language action interconnections. *Cortex*, *58*, 151–160.

Dudschig, C., de la Vega, I., & Kaup, B. (2014b). Embodiment and second-language: Automatic activation of motor responses during processing spatially associated L2 words and emotion L2 words in a vertical stroop paradigm. *Brain and Language*, *132*, 14–21.

Fan, L., Xu, Q., Wang, X., Xu, F., Yang, Y., & Lu, Z. (2018). The automatic activation of emotion words measured using the emotional face-word stroop task in late Chinese-English bilinguals. *Cognition & Emotion*, *32*(2), 315–324.

*Feng, Y., & Zhou, R. (2021). Does embodiment of verbs influence predicate metaphor processing in a second language? Evidence from picture priming. *Frontiers in Psychology*, *12*.

*Ferré, P., Ventura, D., Comesana, M., & Fraga, I. (2015). The role of emotionality in the acquisition of new concrete and abstract words. *Frontiers in Psychology*, *6*.

Fischer, M. H., & Zwaan, R. A. (2008). Embodied language: A review of the role of the motor system in language comprehension. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *61*, 825–850.

Foroni, F. (2015). Do we embody second language? Evidence for 'partial' simulation during processing of a second language. *Brain Cognition*, *99*, 8–16.

*Fuhrman, O., Eckerling, A., Friedmann, N., Tarrasch, R., & Raz, G. (2020). The moving learner: Object manipulation in virtual reality improves vocabulary learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, *37*(3), 672–683.

Fu, R., Gartlehner, G., Grant, M., Shamliyan, T., Sedrakyan,A., Wilt, T. J., Griffith, L., Oremus, M., Raina, P., Ismaila, A., Santaguida, P., Lau, J., Trikalinos, T. A. (2011). Conducting quantitative synthesis when comparing medical interventions: AHRQ and the effective health care program. *Journal of Clinical Epidemiology*, *64*(11), 1187–1197.

Gallese, V. (2007). Embodied simulation: From mirror neuron systems to interpersonal relations. *Novartis Foundation Symposium*, *278*, 3–12.

Gibbs, R. (2006). *Embodiment and cognitive science*. Cambridge University Press.

*Guan, C.-Q., & Meng, W. (2022). Facilitative effects of embodied English instruction in Chinese children. *Frontiers in Psychology*, *13*.

*Guan, C.-Q., Smolen, E. R., Meng, W., & Booth, J. R. (2021). Effect of handwriting on visual word recognition in Chinese bilingual children and adults. *Frontiers in Psychology*, *12*.

Goldberg, R. F., Perfetti, C. A., & Schneider, W. (2006). Distinct and common cortical activations for multimodal semantic categories. *Cognitive Affective & Behavioral Neuroscience*, *6*(3), 214–222.

Hauk, O., Johnscrude, I., & Pulvermüller, F. (2004). Somatotopic rep-resentation of action words in human motor and premotor cortex. *Neuron*, *41*, 301–307.

He, W.-G., & Bai, Y.-T. (2022). Involvement of the sensorimotor system in less advanced L2 processing: Evidence from a semantic category decision task. *Frontiers in Psychology*, *13*.

*Jeong, H., Li, P., Suzuki, W., Sugiura, M., & Kawashima, R. (2021). Neural mechanisms of language learning from social contexts. *Brain and Language*, *212*.

*Jeong, H., Sugiura, M., Suzuki, W., Sassa, Y., Hashizume, H., & Kawashima, R. (2015). Neural correlates of second-language communication and the effect of language anxiety. *Neuropsychologia*, *66*, 182─192.

*Johnson, E. K., Giroux, A. L., Merritt, D., Vitanova, G., & Sousa, S. (2020). Assessing the impact of game modalities in second language acquisition: Elle the EndLess LEarner. *Journal of Universal Computer Science*, *26*(8), 880─903.

Keysar, B., Hayakawa, S. L., & An, S. G. (2012). The foreign-language effect: Thinking in a foreign tongue reduces decision biases. *Psychological Science*, *23*(6), 661─668.

Kllerman, E. (1995). Cresslinguistic influence: Transfer to nowhere?. *Annual Review of Applied Linguistics*, *15*, 125─150.

*Kogan, B., Garcia-Marco, E., Birba, A., Cortes, C., Melloni, M., Ibanez, A., & Garcia, A. M. (2020). How words ripple through bilingual hands: Motor-language coupling during L1 and L2 writing. *Neuropsychologia*, *146*.

Kousta, S. T., Vinson, D. P., & Vigliocco, G. (2009). Emotion words, regardless of polarity, have a processing advantage over neutral words. *Cognition*, *112*(3), 473─481.

Lakoff, G., & Johnson, M. (1980). *Metaphors we live by*. University of Chicago Press.

*Lan, Y.-J., Fang, W.-C., Hsiao, I. Y. T., & Chen, N.-S. (2018). Real body versus 3D avatar: The effects of different embodied learning types on EFL listening comprehension. *ETR&D-Educational Technology Research and Development*, *66*(3), 709─731.

*Legault, J., Zhao, J., Chi, Y.-A., Chen, W., Klippel, A., & Li, P. (2019). Immersive virtual reality as an effective tool for second language vocabulary learning. *Languages*, *4*(1).

*Li, P., Xi, X., Baills, F., & Prieto, P. (2021). Training non-native aspirated plosives with hand gestures: Learners' gesture performance matters. *Language Cognition and Neuroscience*, *36*(10), 1313─1328.

Macedonia, M., & Klimesch, W. (2014). Long-term effects of gestures on memory for foreign language words trained in the classroom. *Mind, Brain, and Education*, *8*(2), 74─88.

*Macedonia, M., Lehner, A. E., & Repetto, C. (2020). Positive effects of grasping virtual objects on memory for novel words in a second language. *Scientific Reports*, *10*(1).

Macedonia, M., Muller, K., & Friederici, A. D. (2011). The impact of iconic gestures on foreign language word learning and its neural substrate. *Human Brain Mapping*, *32*, 982─998.

Marino, B. F., Borghi, A. M., Buccino, G., & Riggio, L. (2017). Chained activation of the motor system during language understanding. *Frontiers in Psychology*, *8*.

*Mayer, K. M., Yildiz, I. B., Macedonia, M., & von Kriegstein, K. (2015). Visual and motor cortices differentially support the translation of foreign language words. *Current Biology*, *25*(4), 530─535.

Monaco, E., Jost, L. B., Gygax, P. M., & Annoni, J. M. (2019). Embodied semantics in a second language: Critical review and clinical implications. *Frontiers in Human Neuroscience*, *13*.

*Morett, L. M., & Chang, L.-Y. (2015). Emphasising sound and meaning: Pitch gestures enhance Mandarin lexical tone acquisition. *Language Cognition and Neuroscience*, *30*(3), 347–353.

Moseley, G. L. (2011). Cognitive neuroscience: Swapping bodies in the brain. *Current Biology*, *21*(15), 583–585.

Nakagawa, S., Lagisz, M., O'Dea, R. E., Rutkowska, J., Yang, Y., Noble, D. W. A., & Senior, A. M. (2021). The orchard plot: Cultivating a forest plot for use in ecology, evolution, and beyond. *Research synthesis methods*, *12*(1), 4–12.

Pavlenko, A. (2012). Affective processing in bilingual speakers: Disembodied cognition?. *International Journal of Psychology*, *47*(6), 405–428.

*Ratcliffe, J., & Tokarchuk, L. (2020). Evidence for embodied cognition in immersive virtual environments using a second language learning environment. In *Proceedings of the 2020 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops* (pp. 471–478).

*Repetto, C., Pedroli, E., & Macedonia, M. (2017). Enrichment effects of gestures and pictures on abstract words in a second language. *Frontiers in Psychology*, *8*.

*Ruck, J. (2022). Elementary-level learners' engagement with multimodal resources in two audio-visual genres. *Language Learning Journal*, *50*(3), 328–343.

*Sheikh, N. A., & Titone, D. (2015). The embodiment of emotional words in a second language: An eye-movement study. *Cognition & Emotion*, *30*(3), 1–13.

*Shiang, R.-F. (2018). Embodied EFL reading activity: Let's produce comics. *Reading in a Foreign Language*, *30*(1), 108–129.

*Suner, F., & Roche, J. (2021). Embodiment in concept-based L2 grammar teaching: The case of German light verb constructions. *Iral-International Review of Applied Linguistics in Language Teaching*, *59*(3), 421–447.

Tian, L., Chen, H., Zhao, W., Wu, J., & Parviainen, T. (2019). The role of motor system inaction-related language comprehension in L1 and L2: An fMRI study. *Brain and Language*, *201*, 104714.

*Vazquez, C. D., Xia, L., Aikawa, T., & Maes, P. (2018). Words in motion: Kinesthetic language learning in virtual reality. In M. Chang, N. Chen, R. Huang, Kinshuk, K. Moudgalya, S. Murthy, & D. Sampson (Eds.), *Proceedings of the 18th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 272–276).

*Vukovic, N., & Williams, J. N. (2014). Automatic perceptual simulation of first language meanings during second language sentence processing in bilinguals. *Acta Psychologica*, *145*, 98–103.

Vukovic, N., & Shtyrov, Y. (2014). Cortical motor systemsare involved in second-language comprehension: Evidence from rapid mu-rhythm desynchronisation. *Neuroimage*, *102*, 695–703.

*Wang, Q. (2016). Embodied cognition processing and representation of power words by second language learners with different proficiency levels. *Chinese Journal of Applied Linguistics*, 39(4), 484–494.

Weinreich, U. (1953). *Languages in contac*t. Linguistic Circle of New York.

*Wu, G.-Y., Cheng, I.-L., Chew, S.-W., Zhu, C.-Y., Hsu, C.-N., & Chen, N.-S. (2017). English vocabulary learning performance and brain wave differences: The comparison between gesture-based and conventional word-card. In E. Popescu, Kinshuk, M. Khribi, R. Huang, M. Jemni, N. Chen, & D. Sampson (Eds.), *Proceedings of the 17th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 197–206).

*Wei, X., Yang, G., Wang, X., Zhang, K., & Li, Z. (2019). The influence of embodied interactive action games on second language vocabulary acquisition. In E. Miyoshi, E. G. Kowch, J. Christie, L. Q. Jin, Z. Li, & H. Zhang (Eds.), *Proceedings of the Unkown Conference* (pp. 7).

*Xue, J., Marmolejo-Ramos, F., & Pei, X. (2015). The linguistic context effects on the processing of body-object interaction words: An ERP study on second language learners. *Brain Research*, *1613*, 37–48.

*Zang, A., Wang, H., Guo, H., & Wang, Y. (2022). Motor compatibility effect on the comprehension of complex manual action sentences in L2: An ERP study. *Chinese Journal of Applied Linguistics*, *45*(2), 176–193.

*Zhao, T., Huang, Y., Chen, D., Jiao, L., Marmolejo-Ramos, F., Wang, R., & Xie, J.-S. (2019). The modality switching costs of Chinese-English bilinguals in the processing of L1 and L2. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *73*(3), 396–412.

*Zhu, C.-Y., Cheng, I.-L., Chew, S.-W., Wu, G.-Y., Hsu, C.-N., & Chen, N.-S. (2017). The effect of children learning English vocabulary through a gesture-based system. In E. Popescu, Kinshuk, M. Khribi, R. Huang, M. Jemni, N. Chen, & D. Sampson (Eds.), *Proceedings of the 17th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 207–212).

Zwaan, R.A. (2004). The immersed experiencer: Toward an embodied theory of language comprehension. *Psychology of Learning and Motivation*, *44*, 35–62.

Embodiment effect in second language and its influences: Evidence based on meta-analysis

LI Ying[1,2], ZHAI Yihui[1], HAO Shoubin[1], DAI Yaxing[1], MA Xiaobo[1], LI Tiantian[1], WANG Yue[1]

([1]*School of Education, Zhengzhou University, Zhengzhou* 450000, *China*)

([2]*Key Laboratory of Imaging and Intelligence of Henan Province, Zhengzhou* 450000, *China*)

Abstract: The second language embodiment effect has received increasing attention in the field of second language acquisition in recent years. Previous studies have extensively explored this issue, but no consistent conclusion has been reached. In order to further clarify the processing and influencing mechanism of the second language embodiment effect, this study integrated the related studies on second language embodied learning and explored the influencing factors of the second language embodiment effect from the dimensions of learner characteristics and language characteristics, and finally conducted a meta-analysis by adopting a random-effects model for the 60 literatures (186 effect sizes, 2520 subjects). The results found that: there was embodiment effect in second language learning and processing, with a significant total effect size (Hedges'g = 0.34, $p < 0.001$); second language proficiency and language distance moderated the second language embodiment effect, and there was an interaction between second language proficiency and semantic content on the second language embodiment effect. Based on the findings of the current study, future researches can further explore the mechanism of the second language embodiment effect and the interaction between learner factors and language factors on the embodied effect of the second language.

Key words: second language learning, embodied cognition, meta-analysis, learner factors, language factors